

# Energiförbättringar i växthusföretag

– En fallstudie av olika investeringsalternativ

## Energy Improvements in Greenhouses

– A case study of various investment options

*Anders Holmer*



# Energiförbättringar i växthusföretag

## Energy Improvements in greenhouses

*Anders Holmer*

**Handledare:** Jan Larsson, universitetsadjunkt, SLU, Arbetsvetenskap, ekonomi & miljöpsykologi

**Examinator:** Lena Ekelund, professor, SLU, Arbetsvetenskap, ekonomi & miljöpsykologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Examensarbete inom affärsledarskap

**Kurskod:** EX0356

**Program/utbildning:** Affärsledarskap

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2012

**Omslagsbild:** Anders Holmer

**Serietitel: nr:** Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Energiförbättring i växthus, Energibesparing i växthus, Energiåtgärder i växthus, Växthusenergi



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsplanering,  
trädgårds- och jordbruksvetenskap

## FÖRORD

Affärsledarskap är en 1 årig universitetsutbildning vilken omfattar 60 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp).

Idén till studien togs fram med hjälp av handledaren Jan Larsson under ett möte med Inger Christensen på Grön Kompetens AB.

Alnarp November 2012

Anders Holmer

# Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING .....	3
SUMMARY .....	4
INLEDNING .....	5
BAKGRUND .....	5
MÅL .....	5
SYFTE .....	5
FRÅGESTÄLLNING .....	6
AVGRÄNSNING .....	6
LITTERATURSTUDIE .....	7
MATERIAL OCH METOD .....	9
MATERIAL .....	9
FALLFÖRETAGETS HISTORIA .....	10
FALLFÖRETAGET I NUTID .....	11
ENERGIBERÄKNING AV FALLFÖRETAGETS ANLÄGGNING .....	12
METOD .....	13
RESULTAT .....	15
ISOLERING UNDER BORDSKANT .....	15
MATERIALVAL .....	16
PLACERING AV ISOLERING UNDER BORDSKANT .....	16
KOSTNADEN FÖR ISOLERING UNDER BORDSKANT .....	17
ENERGIBESPARINGAR .....	17
VÄV .....	18
MATERIALVAL / PLACERING AV VÄVARNA .....	18
ENERGIBESPARINGAR .....	18
KOSTNAD FÖR INSTALLATION AV DEN VALDA VÄVEN .....	19
ISOLERING AV SOCKELKANT OCH VÄXTHUSGRUNDEN .....	20
MATERIALVAL .....	21
PLACERING AV MARKISOLERING PÅ FALLFÖRETAGET .....	21
KOSTNADER FÖR ISOLERING AV GRUND .....	22
ENERGIBESPARING .....	22
PORTAR PÅ VÄXTHUSET .....	23
ÖTÄTHETER I VÄXTHUSETS KONSTRUKTION .....	24
SLUTSATS .....	24
DISKUSSION .....	25
REFERENSER .....	27
SKRIFTLIGA .....	27
MUNTliga/MAIL .....	28
ORDLISTA .....	29
BILAGOR .....	30
EXEMPEL BERÄKNING AV GLASVÄXTHUS MED GRÖN KOMPETENS KALKYLLÅDA .....	30

# SAMMANFATTNING

All energi är viktig energi. Energin är kostsamt för växthusföretagarna i landet. I det här arbetet undersöks möjligheter att spara energi i en befintlig växthusmiljö. För att faktiskt kunna räkna på de olika besparingarna används ett fallföretag där det är möjligt att applicera de olika energibesparingarna.

Arbetet fokuserar på att besvara fyra frågor angående energibesparingar i växthusmiljö. Frågorna lyder: Är det möjligt att optimera energiförbrukningen utan att försämra odlingsmöjligheterna? Var finns de största energiförlusterna hos fallföretaget? Vad finns det för kostnadsmässiga och energibesparande alternativ?, Hur mycket blir den totala energibesparingen på en helårsproduktion för de olika alternativen?.

Genom en litteratursökning i ämnet hittades fem punkter hos fallföretaget som kan åtgärdas. De fem punkterna är: att isolera grunden, att isolera under bordskant, installera väv, byte av växthusportar och laga otätheter i växthuskonstruktionen.

Att isolera grunden görs med hjälp av cellplast i ytterkant av anläggningen för att förhindra kall luft att komma in och varm luft att försvinna ut.

Att isolera under bordskant innebär att sandwichelement placeras under bordens kant höjdmässigt för att inte försämra instrålningen av solsken. De placerade sandwichelementen ger en isolerande effekt under bordskanten.

Vävinstallation är den vanligaste åtgärden som används i trädgårdsnäringen när det gäller att spara energi i växthus. Det är vanligt att jobba med flera lager väv för att uppnå den önskade effekten. Hos fallföretaget finns det ett lager väv i glasavdelningarna. Frågan om kostnadsbesparingen av att sätta upp ett nytt lager av olika material tas upp i arbetet.

Att byta portar från vanliga växthusportar till nya industriportar har en bra energieffekt. Beräkningar på om en port bytes tas upp i arbetet.

Otätheter i växthuskonstruktionen är ett vanligt problem i växthusanläggningar. Det mest utsatta området är luckorna i taket. Dess placering i taket betyder att varm luft, som stiger uppåt, försvinner ut. Just för att det är i taket är det extra viktigt att ha årliga kontroller på eventuella glipor eller håligheter på luckorna.

Dessa fem alternativ kostnadsbestäms och jämförs med den besparing som åtgärden beräknas ge vad gäller energiförbrukningen.

Resultatet av undersökningen pekar åt att den bästa investeringen för den befintliga växthusanläggningen är att satsa på vävar i olika lager och med olika egenskaper.

## SUMMARY

All energy is important energy. Energy is expensive for the Green house companies in the country. This study investigates the opportunities of energy saving in a green house environment. A case company is presented and used in the study to be able to calculate and apply the different alternatives of energy saving. The paper focuses on answering four questions about energy saving in greenhouse environment. The four questions are: Is it possible to optimize the energy consumption without compromising the opportunities of production?, Which are the largest energy losses in the case company?, What are the cost- and energy-saving options?, How much is the total energy saving in a full year of production for the various options?

By reviewing the literature on the subject, five alternatives is presented of how the case company can save energy. The five alternatives are: to isolate the foundation, to isolate underneath the table edge, install woven fabric, replacing greenhouse doors and fix leakages in the greenhouse construction.

The foundation is isolated with styrofoam on the outer edge of the green house to prevent cold air from entering and warm air escaping.

The isolation under the edge of the table means that a sandwich element is placed underneath the table edge to not impair the effect of the sunshine. The sandwich elements provide an isolating effect under the table edge.

The installation of woven fabric is the most common measure used in horticulture when it comes to energy saving in greenhouses. It is common to work with several layers of fabric to achieve the desired effect. The case company has got one layer of fabric in the glass compartments. This study will present the economic saving by using one more layer of woven fabric at the case company.

Changing ports from ordinary greenhouse doors to new industrial doors have a good effect on energy saving. Calculations on this subject are also presented by the study.

A common problem in greenhouse plants is leakage. The most vulnerable area is the roof hatches. Its location on the ceiling means that warm air rises and disappears. Because of its location, it is especially important to have annual checks if there are any gaps in the ceiling.

The cost of these five alternatives are determined and compared to the savings they are expected to generate in terms of energy consumption.

The result of this study indicates that the best investment for the existing greenhouse facility is to install woven fabrics in different layers with different properties.

# INLEDNING

## Bakgrund

Dagens trädgårdsnäring har en tydligt nedåtgående trend när det gäller året-runt odling. Detta beror till stor del på att det är dyrt att värma upp ett växthus till odlingsbar temperatur och att det är en kraftig konkurrens från andra EU-länder och omvärlden i övrigt.

Bakgrunden till detta arbete är att titta närmre på värme- och energifrågan för att se om det finns möjligheter att göra besparingar på längre sikt med hjälp av smarta investeringar.

Arbetets fallföretag är Fivelstad handelsträdgård som är lokaliserat i Östergötland. Fivelstad handelsträdgård har varit aktiva tjugo år i branschen och har tidigare bedrivit helårsodling men efter att intäkterna minskat och kostnaderna ökat på vintermånaderna så bedrivs endast vår- och sommarodling.

Med Fivelstad handelsträdgårdsanläggning som grund kommer arbetet att utreda brister i energiförsörjningen och lösningar som innebär en mindre energiåtgång på längre sikt.

## Mål

Målet med denna studie är att utreda hur en befintlig växthusmiljö blir energismartare och mer praktisk för odling av krukväxter. Med hjälp av studien undersöks möjligheten till helårsodling.

## Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka vilka energibesparande möjligheter som finns för växthus och med hjälp av ett fallföretag undersöka ekonomin för dessa energibesparingar.

## Frågeställning

- Är det möjligt att optimera energiförbrukningen utan att försämra odlingsmöjligheterna?
- Var finns de största energiförlusterna hos fallföretaget?
- Vad finns det för kostnadsmässiga och energibesparande alternativ?
- Hur stor blir den totala energibesparingen på en helårsproduktion för de olika alternativen?

Svaren på dessa frågeställningar kan ge fallföretaget ett underlag för innovativa investeringar för att kunna effektivisera och eventuellt återuppta vinterodling i framtiden.

## Avgränsning

För att studien ska bli hanterbar inriktas den på ett fallföretag och utifrån deras förutsättningar görs rimliga avgränsningar för vad som är energimässigt relevant och irrelevant. Arbetet kommer till största delen inrikta sig på själva växthuset och möjligheter till förbättringar.



# LITTERATURSTUDIE

För att kunna uppnå en god odlingsmiljö med goda ljusförhållanden används material med en låg skuggverkan och täckmaterial med god ljusgenomsläpplighet i växthuskonstruktionen. Baksidan med detta är att materialen som används för att bygga växthus har en dålig värmeisolerande effekt. Växthusets konstruktion och utformning har en stor betydelse för energianvändningen. Byggs växthuset i ett stort block istället för separata avdelningar sparas energi. Vid användning av isoleringsmaterial såsom vävar eller isolerings-skivor skapar det möjlighet för en betydande minskning av energiförbrukningen. Vilken årstid växthuset värms upp på och vad som odlas i växthuset har stor betydelse på energiförbrukningen. Att odla gurka i februari kräver 25 % mer energi än att odla gurka i mars. Det största energibehovet i vårt klimat finns mellan vecka 47 till 10. (*Christensen, Larsson 2010*).

Att isolera partier på växthuset som inte behöver släppa igenom solsken är ett effektivt sätt att spara energi. På växthusanläggningar som har en öppen norrsida är det ett alternativ att isolera upp hela väggen för att spara energi. Att isolera ytan under bordskant där enbart ogräset drar nytta av solskenet sparar energi och ger ett jämnare odlingsklimat närmast väggen (*Möller Nielsen, 2010*).

Redan i befintliga växthusanläggningar är det vanligt att det använts färdiga sockelement med cellplast på insidan och betong på utsidan.

Det är vanligt att cellplasten är täckt med aluminium för att lättare kunna rengöras (*Möller Nielsen, 2007*). Äldre anläggningar har i regel ett ackumulerade behov av att isolera upp sockelkanten (*Christensen, Larsson, 2010*). Växthusgrunden är normalt inte isolerad på äldre växthus. Cellplast på 100 mm är det rekommenderat material (*Möller Nielsen, 2007*).

Växthusets portar är i regel ett svagt element på växthuset. Det är vanligt att växthuskonstruktören har monterat upp porten när växthuset uppfördes.

Oftast är portarna på växthuset gjorda av kanalplåt upptill och aluminium nertill. Små glipor uppkommer vanligen runt om dörren och dess konstruktion.

En normal växthusdörr och en tät industriport har en betydande skillnad i energiförbrukning. Genom ett byte av de existerande portarna till välisolerade ytterdörrar leder till energibesparingar (*Möller Nielsen, 2010*.)

Ett bra placerat vindskydd som kan minska medelvindhastigheten med 0,5 m/s minskar den totala energianvändningen med 4-5 % (*Christensen, Larsson 2010*).

Ett område i växthuskonstruktionen som är mycket utsatt är ventilationsluckorna.

Ventilationsluckorna vandrar upp och ner för att skapa en bra temperatur i växthuset, det är vanligt att luckorna kan bli deformerade eller att de tappat sin tätningsförmåga (*Nielsen, 2007*). Konditionen på luckorna och tätheten är viktig för att inte stora energiförluster ska uppkomma.

Att välja väv har stor innebörd för energibesparingen (*Christensen, Larsson 2010*). Den uppsatta väven hindrar varmluften på insidan i anläggningen att möta den kalla yttervägen på utsidan av väven. Det har en stor innebörd att väven är korrekt monterad för att hejda att ytor får kontakt och på så sett stoppa onödig energiförlust. (*Möller Nielsen, 2007*).

En installation av två lager väv ger möjlighet att få stora energibesparingar. Vid montering av två olika vävar är det passande att ha en energiväv med 70 % energibesparing och en grönsaksväv med 43 % energibesparing. De två olika typerna av vävar har olika karaktärsdrag, energiväven har en god energibesparingseffekt men en medelmåttig förmåga att släppa in ljus. Grönsaksväven är sämre på att bevara energi men en bättre förmåga att släppa genom ljus. (*Christensen, Hansson, Svensson 2010*).

## **MATERIAL OCH METOD**

Delen material och metod kommer att innehålla information om materialet i undersökningen och dess härkomst. Därefter kommer en förklaring av metoden för insamling, hur det har gått till när materialet samlats in.

De olika källorna kommer att beskrivas och information omkring varför just dessa källor har valds ut. I denna del av arbetet är det viktigt att allt som har med arbetets upplägg och genomförande att göra tas upp. Detta görs för de som läser arbetet ska kunna få en bra helhetsbild på hur materialet ha tagits fram. (*Ringström, 2012*)

### **Material**

Detta arbete är baserat på intervjuer med fallföretaget och dessutom har fallföretaget inspekterats, mätts etc. Det insamlade materialet består av en beskrivning av fallföretaget och utifrån litteraturgenomgången förslag på investeringsmöjligheter i ny utrustning som kan förbättra energiläget. För att kunna kostnadsbestämma olika möjliga åtgärder har offerter och liknande från företag i växthusbranschen och från lokala bygghandlare samlats in.

## Fallföretagets historia

Björn och Annike Holmer flyttade till Fivelstad i Östergötland 1986 och köpte fastigheten Fivelstad prästgård. Till denna fastighet ingick det en bit mark. Björn kommer ursprungligen från en familj i trädgårdsnäringen och att satsa på växthus var ett naturligt val. År 1990 inleddes byggnationen av växthuset och i detta läge startade företaget Fivelstad handelsträdgård.

Fivelstad handelsträdgård anslöt sig direkt till Östgöta trädgårdshall. Östgöta trädgårdshall är en ekonomisk förening som hjälper producentföretag inom trädgårdsnäringen med försäljning av produkter inom den gröna sektorn.

I första byggnationen byggdes två avdelningar på vardera 684 kvadratmeter av typen venlohus. I anläggningen bedrevs då en åretruntodling som värmdes upp med hjälp av olja. Under årens lopp har företaget utvecklats och idag finns 1 045 kvm plastväxthus uppdelat i två avdelningar och 2 052 kvm glasväxthus fördelat i fyra avdelningar.

År 2005 slutade Fivelstad trädgård att bedriva vinterodling pga en för dålig totalekonomi under de kalla månaderna. Ekonomin för odling under de kalla månaderna blev svag trots att en satsning gjorts i form av en biobränsle-panna som man eldar med pellets och flis i olika former.

Idag omsätter företaget cirka tre miljoner kronor på en halvårsproduktion. (*B Holmer*)

## Fallföretaget i nutid

I dagsläget bedrivs, som tidigare nämnts, odling i sex avdelningar, fyra under glas och två under plast. Hela växthuset ligger från östlig till västlig riktning. Avdelning 1 och 2 är nästintill likadana. De har en odlingsyta på vardera 684 kvadratmeter och de har en höjd på 3,8 meter inock-fot och 4,3 i nock-spets. Bägge avdelningarna är utrustade med 10 mm dubbelglas i väggarna och enkelglas i taket och kallrasfickor längs med väggarna. I dessa avdelningar installerades ett lager skuggväv vid byggnation år 1990, Avdelning 1 har den enda helöppna nordsidan. På denna finns det en energiväv i vit färg uppmonterad år 2007 på insidan.

Avdelning 3 byggdes år 1994 och är 380 kvadratmeter stor, den har samma höjd och glas som avdelning 1 och 2. Utrustningen som finns i avdelningen är en helt ny skuggväv i ett lager och kallrasfickor upp till bordskant.

Avdelning 4 byggdes år 1996 och har en yta på 304 kvadratmeter, den har samma höjd och glasuppbyggnad som de andra. I avdelningen finns det en ny skuggväv och kallrasfickor upp till bordskant.

I de fyra glas-avdelningarna finns det monterade bord och en betongbelagd gång i mitten. De fyra glas-avdelningarna är hopbyggda med varandra med avdelning 1 i norrläge och avdelningarna 3 och 4 i söderläge.

Avdelning 5 och 6 är byggda i båghus-konstruktion och väggarna är uppbyggda av två lager plast med en luftspalt emellan. Det finns inga vävar eller annan isolering mer än de befintliga plastväggarna. Avdelning 5 är på 380 kvadratmeter, avdelning 6 är på 665 kvadratmeter. Även dessa växthus har fastmonterade bord i de båda avdelningarna med en mittgång i asfalt.

Värmen i samtliga avdelningar tillförs genom att varmt vatten görs om till varm luft som trycks ut med hjälp av fläktar i spiror-rör ”luftkanaler” under borden. På spiror-rören kopplas plastslangar som fördelar värmen jämt under borden.( *B Holmer*)



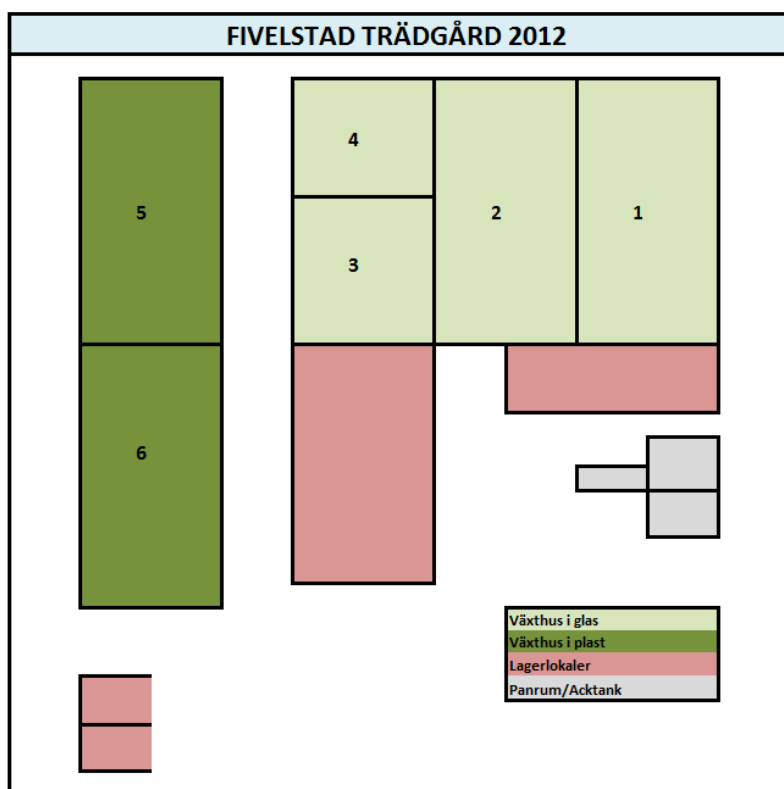
Bild 1: Glasväxthus (*Foto A Holmer*)

## Energiberäkning av fallföretagets anläggning

Energiberäkningarna på värme utgår från att inomhustemperaturen nattetid är 18 grader och dagtid 20 grader året om. Dessa temperaturer väljs för att få en utgångspunkt i jämförelsen mellan före och efter studiens alternativ på energiförbättringar.

Ytterligare en förutsättning vid energiberäkningarna är att det minst ska vara 6 timmar utan väv för att släppa in solsken i anläggningen. Fallföretaget har 2 052 kvadratmeter glasväxthus och 1 045 kvadratmeter plastväxthus, alltså en total yta på 3 097 kvadratmeter växthus. Beräkningarna har gjorts med hänsyn till den utrustning som finns i anläggningen i dagsläget för att uppnå ett så sanningsenligt värde som möjligt.

Fallföretagets glasväxthus har i dagsläget ett energibehov på 809 MWh energi per år. Avdelningarna i plast har ett energibehov på 621 MWh energi per år. Den totala sammanställningen av värmebehovet på hela anläggningen är 1 430 MWh energi. Kostnaden att värma upp anläggningen är 1,6 miljoner kr på ett år. Energiberäkningen har tagits fram med hjälp av Grön Kompetens kalkyllåda. (<http://www.gronkompetens.se/kalkyl/varme2.aspx>).



Figur 1: Fivelstad trädgård  
(Illustration A Holmer)

## Metod

Den teoretiska grunden för studien ligger i att ett antal uppsatser och utredningar studerats för att kunna få en helhetsbild över vanligt förekommande åtgärder för att spara energi i växthus. De valda uppsatserna och utredningarna har framkommit genom Epsilons sökmotor ([www.slu.se/sv/bibliotek/publicera/sok-epsilon/](http://www.slu.se/sv/bibliotek/publicera/sok-epsilon/)).

Arbetet har till största del skrivits och utförts på Alnarp i Skåne och fallföretaget ligger drygt 40 mil bort. Därför har endast två studiebesök gjorts och den huvudsakliga kontakten har skett via telefon. Vid det första besöket mättes hela anläggningen, fotografering för studien genomfördes och en besiktning av befintliga material som behövs för att göra energiberäkning gjordes. Vid besök nummer två fokuserades det mer på de aktuella ytorna för energibesparingsalternativen t.ex. vävmaterial och möjlighet till installation av ny väv. Efter detta besök togs ett underlag fram till varje svag punkt ur energisynpunkt t.ex. grönsaksväv.

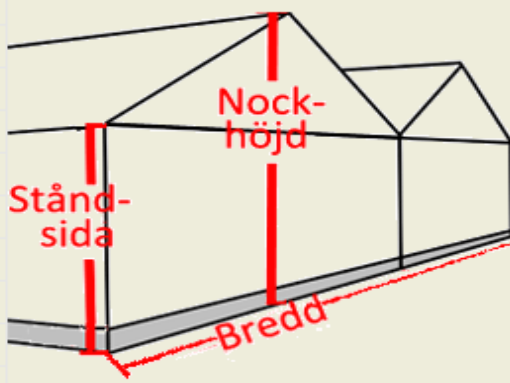
För att göra prisförfrågningar med olika aktörer i branschen har mail och telefonkontakt använts. Växthusrådgivare Jonas Möller Nilsen har kontaktats via mail för att hitta relevant och uppdaterad information om växthus. Grön Kompetens AB har bidragit med beräkningssystem för energiberäkningar på sin hemsida.

Energiberäkningarna ingår i kalkyllådan som är ett beräkningshjälpmedel på Grön Kompetens AB's hemsida. Med hjälp av de olika ingångsvärdena från mätningarna av fallföretaget har energibehovet kunnat räknas fram i Grön Kompetens kalkylåda.

Plats och uppvärmningssystem			
Klimatområde	Norrköping, latitud:59, longitud:16 ▾		
Bränsleslag	Olja I (m3) ▾	Flis av barrträd (m3) ▾	Välj ev. energislag 3 ▾
Namn bränsle	Olja I (m3)	Flis av barrträd (m3)	
Energivärde	10,1	0,8	0
Verkningsgrad	85 %	80 %	0 %
Bränslepris	8000	750	0
Andel av resp. bränsle	10 %	90 %	0 % <span>Mer detaljerat</span>
Energipris efter förluster	0 kr/MWh	0 kr/MWh	0 kr/MWh
<span>Calc</span>	Viktat energipris på 2 bränsleslag ovan: 1148 kr/MWh		
Elpris för belysning	400 kr/MWh		

Figur 2: Plats och uppvärmningssystem  
(Grön Kompetens kalkylåda)

Växthus			
Växthusets namn	fenlo 1-4		
Typ av växthus	<input checked="" type="radio"/> Spetsig <input type="radio"/> Rundad		
Husets längd	36	meter	
Husets bredd	57	meter	
Ståndssidehöjd	3,8	meter	
Sockelhöjd	0,4	meter	
Nockhöjd	4,3	meter	
Antal skepp	1	st	
Sockel	Standardsockel 3,5 W/m <sup>2</sup> /°C		
Täckmaterial tak	Enkelglas	7	W/m <sup>2</sup> /°C
Täckmaterial sida/gavel	Dubbelskiva 10 mm	4,2	W/m <sup>2</sup> /°C
Väv 1	Energiväv	45	%
finns på	tak+sidor+gavlar		
Väv 2	Ingen	0	%
finns på	Inga vävar		
Gräns mot annat hus/fast isolering	153	m <sup>2</sup> vägg, K-värde	0,4 W/m <sup>2</sup> /°C
Vindläge	Normalt 100 %		
Korrektionsfaktor	1		
Belysning	0	W/m <sup>2</sup>	<b>Calc</b>



Bottenyta = 2052 m<sup>2</sup>

Sidor = 319 m<sup>2</sup>, gavlar = 416 m<sup>2</sup>

Takyta = 2052 m<sup>2</sup>

Yta tak = 74%, vägg = 26%

Vägg + tak / bottenyta = 1,36

**U-värde**

Utan vävar: 6 W/m<sup>2</sup>/°C

Med väv 1: 3,4 W/m<sup>2</sup>/°C

Figur 3: Växthus  
(Grön Kompetens kalkylåda)

Startvecka...	1	Slutvecka...	52	<b>Visa</b>			
	Yta m <sup>2</sup>	Natt temp	Dag temp	Tim väv 1 på natten	Tim väv 1 på dagen		
Fyll ned i kolumn ->	2052	18	20		6		
	<b>Fyll</b>	<b>Fyll</b>	<b>Fyll</b>		<b>Fyll</b>		

Figur 4: Vecka och temp  
(Grön Kompetens kalkylåda)

Vecka	Yta m <sup>2</sup>	Bränsle MWh	Belysn MWh	Energi totalt, MWh	Energi netto	Uppvärmning	Belysning
<b>Summa</b>		<b>809</b>	<b>0</b>	<b>809</b>			
Summa brutto		1 005	0	1005			

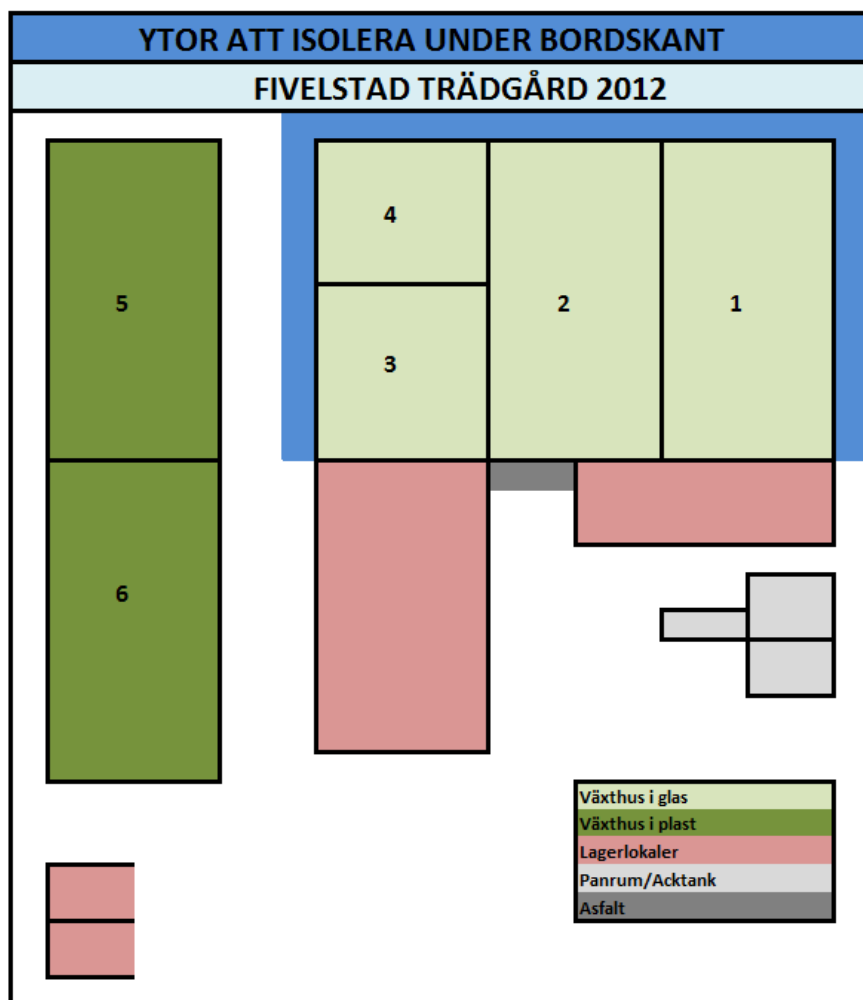
Figur 5: Energi MWh resultat  
(Grön Kompetens kalkylåda)



# RESULTAT

## Isolering under bordskant

Ytor som är över bordskant måste ha en bra instrålning av solsken för att växterna ska trivas och få sin önskade form. Ytorna under bordskant används inte till något som kräver solsken därför kan man täcka ytan under bordskant för att få en bättre isolering på dessa ytor (Möller Nielsen, 2007). Denna sorts isolering lämpar sig bäst på glasväxthus och detta innebär för fallföretaget att avdelning 1 till 4 går att isolera under bordskant, se figur 6.



Figur 6: Ytor att isolera under bordskant  
(Illustration A Holmer)

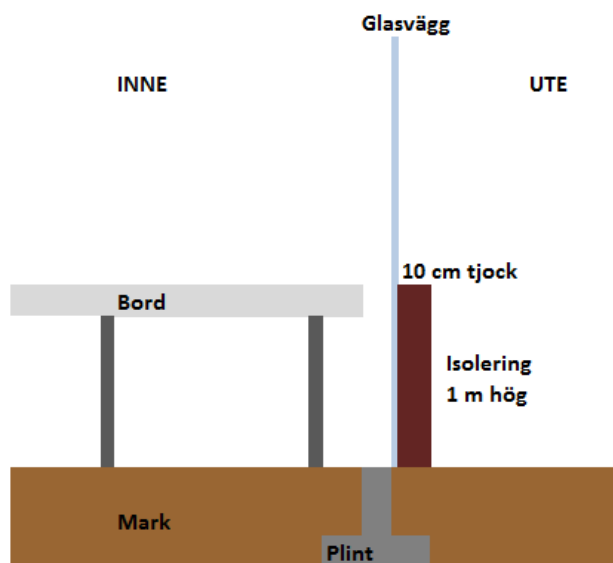
## Materialval

Materialiet som ska användas ska ha ett bra isolerings-värde för att göra så stor nytta som möjligt på platsen. Det ska vara relativt lätt att montera på platsen det ska sitta på. Isoleringsmaterialiet bör även vara mögelbehandlat och väderbeständigt för att inte förstöras alldeles för fort. Det materialiet som väljs rekommenderas ha dessa egenskaper för ett gott resultat på lång sikt.

Det i studien utvalda materialet är ett sandwichelement som har alla ovanstående egenskaper. Sandwichelementen går att beställa i lagom stora bitar för montering på växthusväggen. En lämplig tjocklek till isoleringen hos fallföretaget är 100 mm och har ett U-värde på 0,40 (<http://www.lindab.com/se/pro/products/Pages/panel-200.aspx?refpageid=cbb31674-139b-45c1-a44e-eece04730d8d>), (P Martinsson)

## Placering av isolering under bordskant

Placeringen av isolering hos fallföretaget lämpar sig bäst runt glasväxthusen, se figur 7. Det utvalda sandwichelementet ska placeras på utsidan av växthuset där utrymmet är tillgängligt för montering. Sandwichelementen ska placeras på ett väl-dränerat underlag så att vatten inte kan bli stående. Det utvalda sandwichelementet bör ha en höjd som sträcker sig till övre bordskanten för en så stor energibesparing som möjligt men samtidigt inte hindra instrålningen av solsken, se figur 7. Sandwichelementet skall monteras ordentligt för att inte riskera att vinden får tag i installationen. (Möller Nielsen, 2007)



Figur 7: Beskrivning hur isoleringen placeras  
(Illustration A Holmer)

## Kostnaden för isolering under bordskant

Priset för sandwichelementet kommer från en återförsäljare i närområdet till fallföretaget. Sandwichelementets kvadratmeterkostnad är 330 kr. Fallföretagets behov för installation på anläggningen är 144 m<sup>2</sup>, se figur 6. Den totala kostnaden för materialet uppgår till 47 520 kr. Till det tillkommer en ungefärlig monteringskostnad på 5 000 kronor. (*P Martinsson, pers. meddelande 2012*).

KOSTNAD FÖR ISOLERING UNDER BORDSKANT			
Kostnad per m2	330 kr	Total kostnad utan arbetskostnad	47 520 kr
Materiealbehov	144m2		
Arbetskostnad	5 000 kr	Total kostnad med arbetskostnad	52 520 kr

Figur 8: Kostnadsberäkning 1  
(*Illustration A Holmer*)

## Energibesparingar

Beräkningen är gjord med förbestämda variabler med hjälp av Grön Kompetens kalkyllåda. Dessa variabler är som följer: en dagstemperatur på 20 grader, nattemperatur på 18 grader och en öppning av väven 6 timmar per dygn. Så som glasavdelningarna ser ut idag ger det ett energibehov på 809 MWh. När en isolering under bordskant är med i beräkningarna är energibehovet 780 MWh.

Den totala energibesparingen är på 3,6 % eller 29 MWh på ett år.  
(<http://www.gronkompetens.se/kalkyl/varme2.aspx>).

Besparingen per år är 32 985 kr med hjälp av isoleringen. Pay-off tiden med en kalkylränta på 4 % blir 1,7 år.

## Väv

Valet av väv har stor betydelse för energibesparingen (*Christensen, Larsson 2010*). Väven förhindrar varmluften på insidan i växthuset att träffa den kalla ytterväggen på utsidan av väven. Det är av stor betydelse att väven är korrekt installerad för att förhindra att dessa ytor får kontakt för att förhindra onödig energiförlust. (*Möller Nielsen, 2007*).

Vid installation av två lager väv ger det möjlighet att göra stora energibesparingar. Vid installation av två olika vävar är det lämpligt att ha en energiväv med 70 % energibesparing och en grönsaksväv med 43 % energibesparing (*Christensen, Hansson, Svensson 2010*). De två olika vävarna har olika egenskaper, energiväven har en hög energibesparingseffekt men en sämre förmåga att släppa in solsken. Grönsaksväven har en sämre förmåga att spara energi men en bättre förmåga att släppa igenom solsken. Vid användning av båda dessa vävar kan man använda båda på natten för att spara energi och enbart grönsaksväven på dagtid för att spara energi men samtidigt låta solen skina igenom. (*Christensen, Hansson, Svensson, 2010*)

## Materialval / Placering av vävarna

Den befintliga väven hos fallföretaget är en XLS 15 med en förmåga att bespara energi på 57 % och den släpper igenom 46 % solsken. Fallföretaget har XLS 15 installerad i glasavdelningarna, se figur 1. För att göra större energibesparingar kan fallföretaget installera ett lager till med en grönsaksväv med namnet ILS ultra eller installera ett lager till med XLS 15. ILS ultra har en energibesparingsförmåga på 45 % och släpper igenom 87 % solsken. (<http://www.svenssonglobal.com/products/screens/sls10ultraplus>)

De nya vävarna kan installeras i alla avdelningar hos fallföretaget. Vävarna placeras på ytterväggar och i taket för att uppnå önskad effekt. Väven i exemplet kommer bara att installeras i glasväxthusen, se figur 1.

## Energibesparingar

Beräkningen är gjord med förbestämda variabler med hjälp av Grön Kompetens kalkyllåda. Dessa variabler är som följer: en dagstemperatur på 20 grader, nattemperatur på 18 grader och en öppning av väven 6 timmar per dygn. Glasavdelningarna har en befintlig väv XLS 15

## Kostnad för installation av den valda väven

Kostnaden att installera ILS ultra är 100 kr per kvadratmeter. XLS 15 är ett dyrare alternativ med ett pris på 150 kr kvadratmetern. Det finns olika aktörer på väv-marknaden som installerar och säljer väv. Priserna kommer från Carlströms. (*A Carlströms, pers. meddelande 2012*)

### Alternativ 1

Är att installera ett nytt lager XLS 15 hos fallföretaget. Både väggar och tak

### Alternativ 2

Är att installera ett nytt lager XLS 15 hos fallföretaget, enbart tak.

### Alternativ 3

Är att installera ett lager ILS ultra hos fallföretaget. Både väggar och tak

### Alternativ 4

Är att installera ett lager ILS ultra hos fallföretaget, enbart tak.

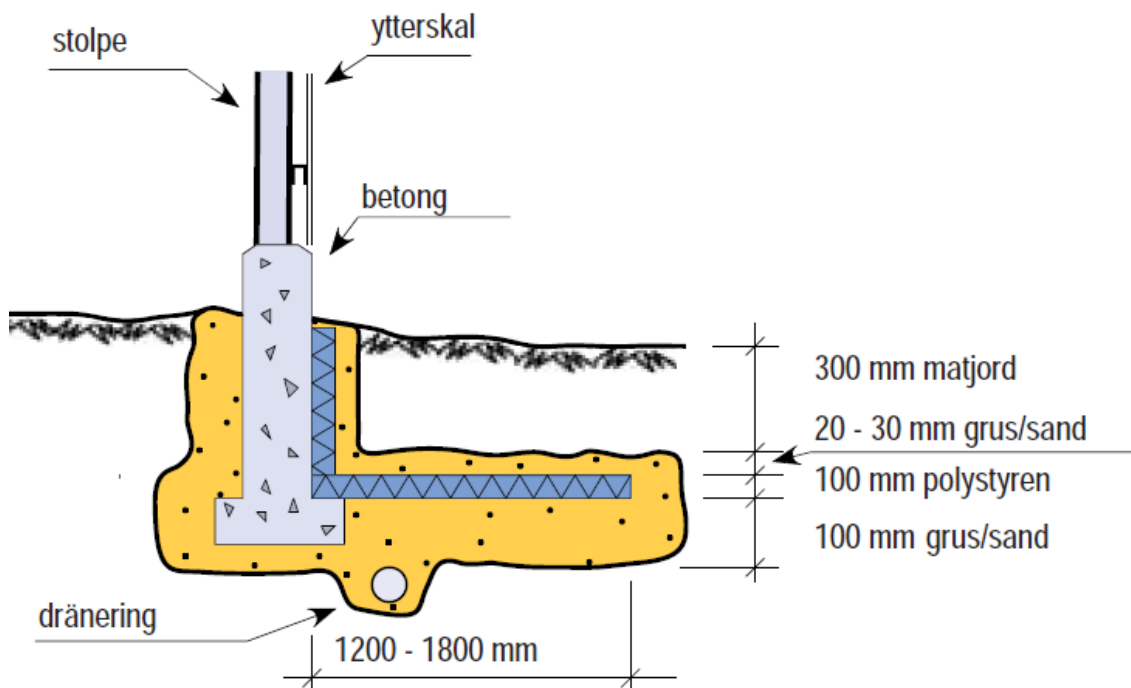
	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4
Kostnad	418 050 kr	307 800 kr	278 700 kr	205 200 kr
Besparing, MWh/år	339	295	268	231
Besparing, kr/år	389 172 kr	338 660 kr	307 664 kr	265 188 kr
Pay-off tid	1,1 år	0,9 år	0,9 år	0,8 år
Energibehov efter, MWh/år	470	514	541	576
Energibehov före, MWh/år	809	809	809	809

Figur 9: Kostnadsberäkning 2  
(*Illustration A Holmer*)

## Isolering av sockelkant och växthusgrunden

På äldre anläggningar med växthus är det vanligt att man har använt färdiga sockelement med betong på utsidan och cellplast på insidan. I vissa fall är cellplasten täckt med aluminium för att lättare rengöring (Möller Nielsen, 2007). De äldre växthusen har oftast ett stort behov av att isolera upp sockelkanten (Christensen, Larsson, 2010). Det normala när det gäller växthusgrunden är att den på äldre växthus inte är isolerad.

Det rekommenderas att lägga en 100 mm isolerings-yta i lämpligt material som cellplast, enligt figur 10. Att isolera upp växthusgrunden vid glaskant ger ett jämnare klimat närmast vägen och en energibesparing i anläggningen (Möller Nielsen, 2007).



Figur 10: Schematisk skiss över enkel isolering av marken för grundmur eller plintgrund. (Illustration Möller Nielsen, 2007).

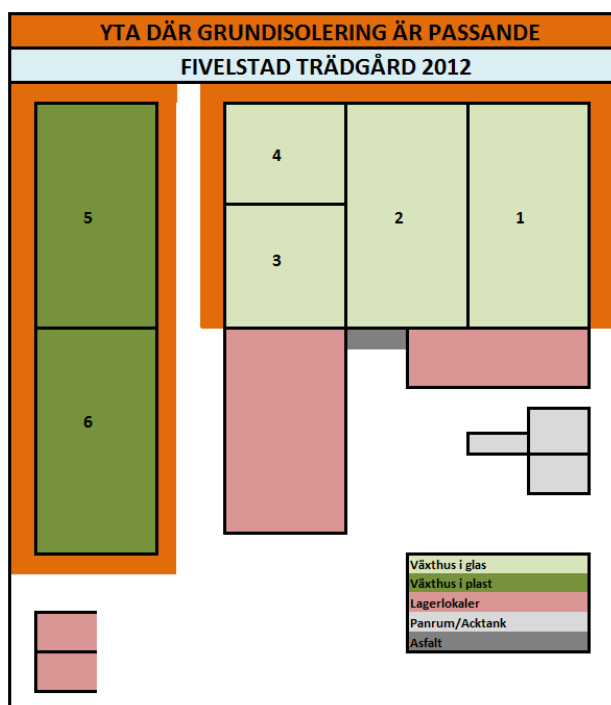
## Materialval

Det valda materialet måste ha en bra isoleringsförmåga och klara ett visst marktryck för att inte bli hoptryckt av täckmaterialet. Ett bra alternativ är cellplast/frigolit med en tjocklek på 100 mm (*Möller Nielsen, 2007*). Cellplast är enkelt att handskas med och tål marktrycket från cirka 30 centimeter täckmaterial. För att få en bra dränering är ett dräneringsrör ett bra alternativ för att inte få stående vatten vid växthuskanten, lämplig diameter 100 mm (*P Martinsson, pers. meddelande 2012*).

## Placering av markisolering på fallföretaget

Placeringen av markisoleringen ska göras vid anläggningens ytterkanter. Fallföretaget har gjutna plintar längst med växthuskanten vilket ger en bra möjlighet att göra en markisolering. Cellplasten kommer grävas ner och placeras vid plintkanten. Cellplasten kommer sträcka sig 1,5 m ut ifrån plintkanten längst hela anläggningen. Cellplasten kommer också följa höjden till markytan på plinten, 20 centimeter (*B Holmer, pers. meddelande 2012*), se figur 12.

Fallföretaget har en vägg längd på 277 m varav 129 är runt glas-avdelningarna och 148 m är runt plast-avdelningarna. Isoleringen kommer bara läggas där det är lämpligt t.ex. inte framför avdelning 2 där det är asfalt, se figur 11 (*B Holmer, pers. meddelande 2012*)



Figur 11: Yta där grundisolering är passande  
(*Illustration A Holmer*)

## Kostnader för isolering av grund

Priserna i detta fall är framtagna från lokala återförsäljare. Den totala ytan som behöver isoleras med cellplast, 100 mm tjock, är 470,9 m<sup>2</sup>. Glasavdelningarna har ett behov på 219,3 m<sup>2</sup> och plastavdelningarna behöver 251,6 m<sup>2</sup>. Dräneringen kommer grävas ner samtidigt som isoleringen. Det kommer att gå åt 277 m dräneringsrör, varav 129 m runt glasavdelningarna och 148 m runt plastavdelningarna hos fallföretaget.

Isolerings kostnad			
Kostnader			
Cellplast		55 kr	
Grävare		500 kr/tim	
Dräneringsrör		49 kr/m	
Glas		Plast	
Yta att isolera	219 m <sup>2</sup>	Yta att isolera	252 m <sup>2</sup>
Längd att dränera	129 m	Längd att dränera	148 m
Tid att gräva	6 tim	Tid att gräva	7 tim
Kostnad isolera	12 061 kr	Kostnad isolera	13 838 kr
Kostnad dränera	6 321 kr	Kostnad dränera	7 252 kr
Kostnad gräva	3 000 kr	Kostnad gräva	3 500 kr
<b>Total Kostnad</b>	<b>21 382 kr</b>	<b>Total Kostnad</b>	<b>24 590 kr</b>

Figur 12: kostnadsberäkning 2  
( Illustration A Holmer)

## Energibesparing

När man isolerar grunden på ett växthus innebär det två sorts energibesparingar. Det leder till att värmen hindras från att sugas ut ur växthuset genom marken och att den kalla luften hindras att komma in i växthusmiljön. Att göra en exakt beräkning på hur mycket energi som sparas på att göra en isolering är mycket svårt.( Möller Nielsen, 2010).

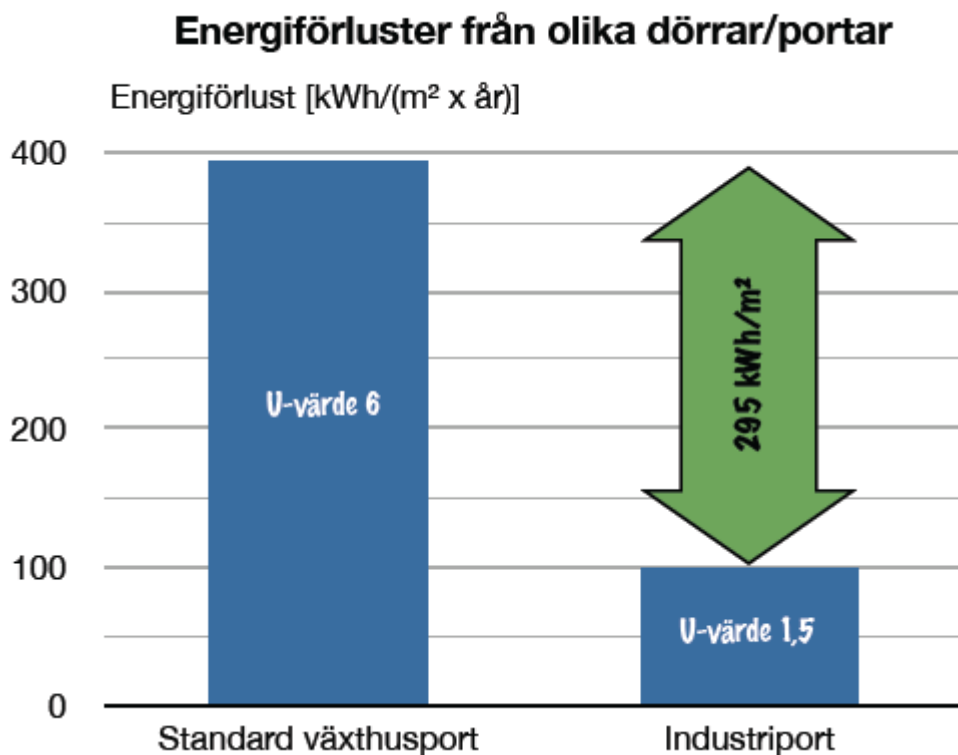


## Portar på växthuset

Portarna på växthuset är oftast en svag punkt energimässigt. Det normala är att växthuskonstruktören har installerat porten när växthuset byggdes, detta gäller även fallföretaget. En normal växthusport är gjord av kanalplast upp till och aluminium ner till. Det är vanligt med små glipor och otätheter runt om dörren och dess konstruktion. Skillnaden mellan en normal växthusedörr och en tät industriport med isolering vad gäller energikostnad är 295 kr/m<sup>2</sup> per år (Möller Nielsen, 2010).

Hos fallföretaget finns det en dörr på 7.5 kvadratmeter av dålig kvalitet med glipor runt om. Porten är installerad av växthuskonstruktören när avdelningen byggdes år 2005. Att installera en ny industridörr kostar för fallföretaget 9 000 kr för material och installation. (P Martinsson, pers. meddelande 2012).

Med en kalkylränta på 4 % är pay-off-tiden 4.5 år för att investera i en ny port.



Figur 13: Skillnaden i energiförlust mellan en sämre växthusport och en modern industriport (Illustration Möller Nielsen, 2010).

## Otättheter i växthusets konstruktion

En vanlig energitjuv är otättheter i den befintliga konstruktionen. Att kontrollera växthuset årligen kan spara mycket energi som annars lätt försvinner ut. Den dyraste energin är den energi som försvinner ut. En hålighet på 10 cm<sup>2</sup> i t.ex. ytterväggen eller en dörr som inte sluter tätt kan skapa en energiförlust på 600 kWh per år (Möller Nielsen, 2010).

Ett utsatt område i växthuskonstruktionen är ventilationsluckorna. Luckorna rör sig upp och ner hela sommarhalvåret för att ventilerar bort värmen. Det är då vanligt att luckorna kan bli sneda eller att tätningslisten tappas sin tätningsförmåga. Inför varje vinter är det därför viktigt att kontrollera alla ventilationsluckor så det sluter tätt och inte onödiga glipor uppstår. (Möller Nielsen, 2007, Christensen, Larsson, 2010).

Kostnaden för ett hål på 10 cm<sup>2</sup> hos fallföretaget är 688 kr. Vid tio lika stora hål som innebär läckage är kostnaden 6 886 kr för energin som försvinner ut.

## SLUTSATS

I arbetet har fem olika alternativ behandlats. Med hjälp av dessa fem alternativ finns det stora möjligheter att förbättra energianvändningen. Att satsa på vävar i olika lager är det som i första hand ger lönsamhet eftersom detta ger den största energibesparingen.

	Energibesparing	Installation kostnad	Pay-off
<b>Isolering under bordskant</b>	Mellan	52 500 kr	1,7 år
<b>Väv/Alternativ 3</b>	Hög	307 600 kr	0.9 år
<b>Isolering av sockelkant och växthusgrunden</b>	Låg	46 000 kr	?
<b>Portar på växthuset</b>	Mellan	9 000 kr	4.5 år
<b>Otättheter i växthus konstruktion</b>	Hög	?	?

Figur 14: jämförelse av alternativ  
( Illustration A Holmer)

## DISKUSSION

Energibesparingar är ett mycket komplext ämne som inte alltid är helt enkelt att förstå sig på. Energibesparing är en mycket stor och viktig fråga för att det ska kunna bedrivas växthusodling i Sverige i framtiden. Att odla krukväxter på vinterhalvåret i det nordiska klimatet kräver mycket energi för att värma upp odlingsytan och samtidigt kunna ge växterna den ljus mängd som behövs. Kostnaderna för uppvärmning kommer inte att bli lägre så det gäller att ta vara på den energi man som företagare stoppar in i sin anläggning. De fem valda besparingsalternativen i arbetet har, efter litteraturstudien, valdes ut främst på ren nyfikenhet för att se om det skulle vara ekonomiskt hållbart att göra en investering på dessa punkter.

Att isolera grunden trodde jag var ett mycket bra alternativ till att börja med men efterhand har jag kommit till en annan åsikt. Att isolera grunden lönar sig när man bygger ett nytt växthus och ändå har maskiner och personal på plats som ska gräva ner plintarna för växthuskonstruktionen. Att ta ut en grävare och göra det i efterhand är troligtvis inte ett så bra ekonomiskt alternativ. Om man däremot har tänkt sig att bedriva markodling kan det vara ett alternativ för att få ett bättre klimat vid väggen.

Att isolera under bordskant är ett bra alternativ. Att isolera under bordskant på vindsidan betyder mer än att isolera på läsidan och på grund av den höga investeringskostnaden är det framförallt endast delar av anläggningen som är aktuell. Om materialet till att isolera under bordskant varit billigare skulle det kunna finnas ekonomi i att isolera runt hela växthuset men idag ser jag bara ekonomiska möjligheter för isolering på vindsidan under bordskant.

Det helt klart bästa alternativet är att installera mer vävar i växthuset. Detta alternativ medför en stor klumpkostnad men i ett långt perspektiv är det tveklöst det bästa alternativet. Att även installera flera lager av väv är ett bra alternativ för att få en lägre energikostnad över flera år. I dagsläget är det den största energiförlusten för företaget att de inte har mer vävar installerade. Hos fallföretaget är det endast enkelglas i taket vilket skapar ett stort behov att installera väv i växthuset.

Att byta portar har en god effekt på energibesparingen. Det stora frågetecknet i denna fråga är att hitta en port som inte tar för mycket plats i växthuset. När den rätta porten är funnen så är det en bra investering.

Regelbunden kontroll på glipor och håligheter i växthuset är för mig en självklarhet. Att inte ha koll på t.ex. ventilationsluckorna i taket kan vara en stor energiförlust om dessa inte sluter tätt. Detta är för mig inget energispar-alternativ, det borde vara en självklarhet för varje trädgårdsmästare.

Fallföretaget har en äldre anläggning som är i god kondition. Energimässigt har fallföretaget medelmåttig konkurrensförmåga jämfört med sina kollegor. De svaga punkterna i dagsläget är att det behöver installeras mer väv i växthuset. För att optimera energianvändningen skulle det också behöva monteras upp isolering under bordskant på lämpliga platser och byte av port till en bättre. Att göra en energioptimering med hjälp av flera olika alternativ för energibesparing skulle kunna skapa möjlighet för prydnadsväxtodling på vinterhalvåret hos fallföretaget. Det finns goda möjligheter att energiförbättra hos fallföretaget och på så sätt höja konkurrensförmågan.

För att kunna lyckas med att spara energi i växthuset måste företagarna våga testa nya innovativa lösningar. Men självklart är det upp till var och en hur mycket man vill satsa och kanske samtidigt riskera i jakten på att spara energi. Jag är helt övertygad om att med vilja och med rätt kunskap i energibesparingsfrågan så finns det fortfarande mycket energi att spara i våra växthus.

Att inte enbart satsa på en lösning eller på ett område i växthuset är av stor betydelse i energibesparingen. I dag är det vanligt att växthusföretagarna satsar mycket pengar och tid på att investera i nya fina pannanläggningar och material runt dessa anläggningar. Det är inte fel att satsa på effektivare pannanläggning men man får inte nöja sig där. Det är minst lika viktigt att kunna bevara värmen i växthuset. Alltså är det viktigt att investera på flera platser i ett växthusföretag.

Arbetet tycker jag har varit givande och intressant, speciellt kontakten med fallföretaget och att kunna vrida och vända på dess förutsättningar för att kunna nå ett bra alternativ.

En önskad fortsättning på arbetet hade varit att faktiskt testa de olika alternativen för att se dess mer precisa effekt och svårigheter.

# REFERENSER

## Skriftliga

AB Ludvig Svensson (2012). *SLS 10 ULTRA PLUS*[online] Tillgänglig:  
[http://www.svenssonglobal.com/products/screens/ilsultra\(2012-11-27\)](http://www.svenssonglobal.com/products/screens/ilsultra(2012-11-27))

AB Ludvig Svensson (2012). *SLS 10 ULTRA PLUS*[online] Tillgänglig:  
[http://www.svenssonglobal.com/products/screens/xls15firebreak\(2012-11-27\)](http://www.svenssonglobal.com/products/screens/xls15firebreak(2012-11-27))

Carlströms LBT (2012). *Energisparsystem för alla* [online] Tillgänglig:  
[http://www.carlstromslbt.se/default.asp?HeadPage=372\(2012-11-27\)](http://www.carlstromslbt.se/default.asp?HeadPage=372(2012-11-27))

Christensen, Inger, Hansson, Torbjörn, Sven-Erik, Svensson. (2010). *Energi i växthusodling, energianalys och energieffektiv odlingsteknik*. Landskap trädgård jordbruk: rapportserie; 2010:36 Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp

Christensen, Inger, Larsson, Gunnel. (2010). *Energianvändning i Trädgårdsnäringen*. Alnarp, Grön Kompetens AB

Grön Kompetens AB. *Värmeberäkning växthus utökad*:[online] Tillgänglig:  
<http://www.gronkompetens.se/kalkyl/varme2.aspx> (2012-11-15)

LindAB. (2011). *Panel 200*[online] Tillgänglig:  
<http://www.lindab.com/se/pro/products/Pages/panel-200.aspx?refpageid=cbb31674-139b-45c1-a44e-eece04730d8d> (2012-11-20)

Möller Nielsen, Jonas. (2007). *Växthusteknik*. Jordbruksverket, Jönköping

Möller Nielsen, Jonas. (2011). *Energibesparing i växthus - tekniska möjligheter*. Sveriges lantbruksuniversitet. Tillväxt Trädgård. Alnarp Tillgänglig:  
<http://cascadaab.se/sv/kurser/arrangemang-dar-cascada/modulbeskrivning.pdf>

Ringström, Rasmus.(2012). *Att sälja närproducerat kött i gårdsbutiker*. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU Alnarp

Trädgårdsteknik(2012). *Väggelement isolerade plåtbekladda sandwichelement*[online] Tillgänglig:  
<http://www.tradgardsteknik.se/katalog/artikel/vaggelement-isolerade-platbekladda-sandwichelement/1954-106-11/> (2012-11-20)

## Muntliga/Mail

Anders Carlström	Carlströms LBT, väv Bjärnum Personlig intervju 2012-11-28
Anniker Holmer	Trädgårdsmästare Motala Personlig intervju 2012-11-14
Björn Holmer	Trädgårdsmästare Motala Personlig intervju 2012-11-14
Inger Christensen	Grön kompetens AB Alnarp Personlig intervju 2012-11-12
Jonas Möller Nielsen	Cascadaab, Växthus teknik Rolfstorp Mailkontakt 2012-11-29
Peter Martinson	Återförsäljare byggmaterial Vadstena Personlig intervju 2012-11-20
Rickard Skog	Återförsäljare byggmaterial Vadstena Personlig intervju 2012-11-20
Tobias Persson	Teknisk ansvarig, Försäljning, Trädgårdsteknik Ängelholm Mailkontakt 2012-11-29

## ORDLISTA

- Sandwichelement = Isolerande byggmaterial i form av stenvull pressat mellan två lager av plåt.
- MWh = Energimått, står för Megawatttimme.  $1\text{ MWh} = 1\,000\text{ kWh}$
- U värde = Isoleringsförmåga/värmemotstånd
- Pay-off tid = Återbetalningstid av investerat kapital
- Kalkyllåda = Beräkningsmetod av energiåtgång

# BILAGOR

## Exempel beräkning av glasväxthus med grön kompetens kalkyllåda

### Bilaga 1

## Värmeberäkning växthus utökad

Beräkningen görs i tre steg. Klicka på flikarna nedan i tur och ordning och följ anvisningarna.  
I vita rutor ska Du fylla i värden eller välja med pil-val.  
Gröna knappar (**Calc**, **Fyll** eller **Visa**) klickar Du på när siffror fyllts i.  
Du kan hämta en manual [här](#).



fenlo 1-4 blomma

Värme	Växthus	Räkna	Resultat
Plats och uppvärmningssystem			
Klimatområde	Norrköping, latitud:59, longitud:16 <input type="button" value="▼"/>		
Bränsleslag	Olja I (m3) <input type="button" value="▼"/>	Flis av barrträd (m3) <input type="button" value="▼"/>	Välj ev. energislag 3 <input type="button" value="▼"/>
Namn bränsle	Olja I (m3)	Flis av barrträd (m3)	
Energivärde	10,1	0,8	0
Verkningsgrad	85 %	80 %	0 %
Bränslepris	8000	750	0
Andel av resp. bränsle	10 %	90 %	0 % <input type="button" value="Mer detaljerat"/>
Energipris efter förluster	0 kr/MWh	0 kr/MWh	0 kr/MWh
<input type="button" value="Calc"/>	Viktat energipris på 2 bränsleslag ovan: 1148 kr/MWh		
Elpris för belysning	400 kr/MWh		



## Bilaga 2

### Växthus

Fyll i uppgifter om det växthus som beräkning görs för.  
Uppgifterna uttrycker enkel energimässig status för växthuset.

Anm. korrektionsfaktorn kan användas för att justera beräknade värden. Skriver Du t.ex. 1,1 betyder det att Du tycker att husets u-värde behöver ökas 10% jämfört med beräkning. Klicka på knappen **Calc** nedan för att beräkna husets u-värde.



fenlo 1-4 blomma Sudda

Värme	Växthus	Räkna	Resultat
<b>Växthus</b>			
Växthusets namn	fenlo 1-4		
Typ av växthus	<input checked="" type="radio"/> Spetsig <input type="radio"/> Rundad		
Husets längd	36	meter	
Husets bredd	57	meter	
Ståndssidehöjd	3,8	meter	
Sockelhöjd	0,4	meter	
Nockhöjd	4,3	meter	
Antal skepp	1	st	
Sockel	Standardsockel 3,5 W/m <sup>2</sup> /°C		
Täckmaterial tak	Enkelglas	7	W/m <sup>2</sup> /°C
Täckmaterial sida/gavel	Dubbelskiva 10 mm	4,2	W/m <sup>2</sup> /°C
Väv 1	Energiväv	45	%
finns på	tak+sidor+gavlar		
Väv 2	Ingen	0	%
finns på	Inga vävar		
Gräns mot annat hus/fast isolering	153	m <sup>2</sup> vägg, K-värde	0,4 W/m <sup>2</sup> /°C
Vindläge	Normalt 100 %		
Korrektionsfaktor	1		
Belysning	0	W/m <sup>2</sup>	<b>Calc</b>

Stånd-sida

Nock-höjd

Bredd

Bottenyta = 2052 m<sup>2</sup>

Sidor = 319 m<sup>2</sup>, gavlar = 416 m<sup>2</sup>

Takyta = 2055 m<sup>2</sup>

Yta tak = 74%, vägg = 26%

Vägg + tak / bottenyta = 1,36

**U-värde**

Utan vävar: 6 W/m<sup>2</sup>/°C

Med väv 1: 6 W/m<sup>2</sup>/°C

## Räkna

-2 och Fyll för tim väv innebär väv nattens antal timmar minus 2.



fenlo 1-4 blomma

Värme		Växthus		Räkna		Resultat	
Energiförbrukning							
Växthusets namn		fenlo 1-4					
Namn kultur		blomma					
Startvecka... 1		Slutvecka... 52				Visa	
	Yta m <sup>2</sup>	Natt temp	Dag temp	Tim väv 1 på natten	Tim väv 1 på dagen		
Fyll ned i kolumn ->	2052	18	20		0		
	Fyll	Fyll	Fyll		Fyll		
<b>Vecka 1</b>	2052	18	20		17	6	

## Bilaga 4

# Resultat

fenlo 1-4, blomma för vecka 1-52.

Energi Olja I	9,4 m <sup>3</sup> * 8 000 kr/m <sup>3</sup>	75 373 kr
Flis av barrträd	1137,4 m <sup>3</sup> * 750 kr/m <sup>3</sup>	853 084 kr
<b>Summa</b>		<b>928 458 kr</b>

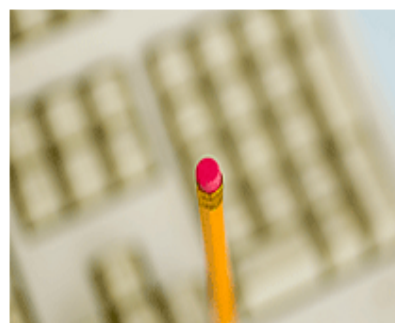
Totalt 746 928 dygnskvadratmeter

Programmet bygger på värmebehov, att lufta och elda innebär större verklig förbrukning.

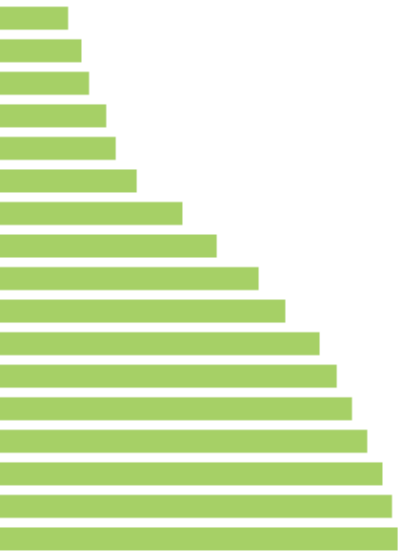
**U-värde:** utan vävar: 6 W/m<sup>2</sup>/°C, med väv 1: 6 W/m<sup>2</sup>/°C

fenlo 1-4 blomma

Värme	Växthus	Räkna	Resultat				
Vecka	Yta m²	Bränsle MWh	Belysn MWh	Energi totalt, MWh	Energi netto	Uppvärmning	Belysning
1	2 052	30,3	0,000	30,3			
2	2 052	32,2	0,000	32,2			
3	2 052	32,6	0,000	32,6			
4	2 052	34,3	0,000	34,3			
5	2 052	33,9	0,000	33,9			
6	2 052	34,7	0,000	34,7			
7	2 052	33,4	0,000	33,4			
8	2 052	33,2	0,000	33,2			
9	2 052	30,8	0,000	30,8			
10	2 052	28,0	0,000	28,0			
11	2 052	26,1	0,000	26,1			
12	2 052	22,5	0,000	22,5			
13	2 052	19,8	0,000	19,8			
14	2 052	15,3	0,000	15,3			
15	2 052	10,9	0,000	10,9			
16	2 052	9,3	0,000	9,3			
17	2 052	7,7	0,000	7,7			
18	2 052	7,1	0,000	7,1			
19	2 052	5,7	0,000	5,7			
20	2 052	5,2	0,000	5,2			
21	2 052	4,1	0,000	4,1			
22	2 052	3,7	0,000	3,7			
23	2 052	3,4	0,000	3,4			
24	2 052	3,1	0,000	3,1			
25	2 052	2,9	0,000	2,9			
26	2 052	2,7	0,000	2,7			
27	2 052	2,5	0,000	2,5			
28	2 052	2,8	0,000	2,8			
29	2 052	2,6	0,000	2,6			
30	2 052	2,7	0,000	2,7			
31	2 052	3,1	0,000	3,1			
32	2 052	3,4	0,000	3,4			
33	2 052	3,6	0,000	3,6			
34	2 052	4,1	0,000	4,1			
35	2 052	4,4	0,000	4,4			



Fortsättning av bilaga 4

36	2 052	5,2	0,000	5,2	
37	2 052	6,2	0,000	6,2	
38	2 052	6,7	0,000	6,7	
39	2 052	8,0	0,000	8,0	
40	2 052	8,8	0,000	8,8	
41	2 052	10,3	0,000	10,3	
42	2 052	13,7	0,000	13,7	
43	2 052	16,3	0,000	16,3	
44	2 052	19,5	0,000	19,5	
45	2 052	21,4	0,000	21,4	
46	2 052	24,0	0,000	24,0	
47	2 052	25,3	0,000	25,3	
48	2 052	26,4	0,000	26,4	
49	2 052	27,6	0,000	27,6	
50	2 052	28,7	0,000	28,7	
51	2 052	29,4	0,000	29,4	
52	2 052	29,9	0,000	29,9	
<b>Summa</b>		<b>809</b>	<b>0</b>	<b>809</b>	
<i>Summa brutto</i>		<i>1 005</i>	<i>0</i>	<i>1005</i>	